



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

IB04/52044

REC'D 13 OCT 2004

WIPO PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03103928.2

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

BEST AVAILABLE COPY



Anmeldung Nr:
Application no.: 03103928.2
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 23.10.03
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards
GmbH
Steindamm 94
20099 Hamburg
ALLEMAGNE
Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Computertomograph mit optoelektronischer Datenübertragung

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

G02B6/24

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI

BESCHREIBUNG

Computertomograph mit optoelektronischer Datenübertragung

Die Erfindung betrifft einen Computertomographen, bei dem Daten von einem Rotor optoelektronisch übertragen werden.

5

Bekannte Computertomographen wie Röntgen-Computertomographen oder SPECT-Systeme (Single Photon Emission Computed Tomography) umfassen eine Abtasteinheit, die sogenannte Gantry. Die Gantry enthält in der Regel einen ringförmigen Rotor und einen Stator, in dem der Rotor drehend gelagert ist. Innerhalb
10 des Rotors wird das zu untersuchende Objekt bzw. ein Teil davon positioniert. An dem Rotor sind bei einem SPECT-System mehrere Detektoren (z.B. Gamma-Kameras) angebracht. Zur Akquisition der Bilddaten des zu untersuchenden Objekts wird der Rotor in Rotation versetzt und die aus dem zu untersuchenden Objekt austretende Strahlung, die von zuvor injizierten radioaktivem Material stammt, detektiert. Unter
15 Verwendung bekannter Algorithmen werden die von dem Detektor gelieferten elektrischen Signale zu Bildern rekonstruiert.

Bei einem Röntgen-Computertomographen sind an dem Rotor wenigstens eine Röntgenquelle sowie wenigstens ein Röntgenbilddetektor angebracht. Zur Erzeugung
20 von Schnittbildern oder Volumenbildern des zu untersuchenden Objekts rotiert der Rotor um das Objekt herum, wobei die von der Röntgenquelle ausgehenden Röntgenstrahlen das Objekt aus verschiedenen Winkeln durchdringen und von dem Röntgenbilddetektor erfasst werden. Der Röntgenbilddetektor wandelt die erfassten Röntgenstrahlen in elektrische Signale um, aus denen von einer Rekonstruktionseinheit
25 unter Verwendung von bekannten Rekonstruktionsalgorithmen Bilder rekonstruiert werden.

Je nach Ausgestaltung des Computertomographen befindet sich die Rekonstruktionseinheit auf dem Stator, sodass die von dem Detektor erzeugten Signale
30 als Daten von dem Rotor auf den Stator übertragen werden müssen. Alternativ sind

auch Computertomographen bekannt, bei denen zumindest ein Teil der Rekonstruktionseinheit auf dem Rotor angebracht ist, sodass bereits teilweise prozessierte Daten oder Daten ganzer Bilder von dem Rotor zur Weiterverarbeitung (beispielsweise zur Visualisierung) übertragen werden. Bei vielen Systemen werden
5 neben Daten, die Bildinformationen enthalten, auch Kontroll- oder Steuerdaten des Systems von dem Rotor übertragen.

Die Daten werden von dem rotierenden Rotor beispielsweise mittels mechanischer Schleifringe auf den Stator übertragen. Solche mechanischen Schleifringe sind oft
10 unzuverlässig oder stör anfällig. Alternativ werden optische Schleifringe eingesetzt, bei denen jedoch eine komplizierte Optik zur Ablenkung von Licht notwendig ist. Zudem sind hier winkelabhängige Lauflängen bzw. Laufzeiten des Lichts in den Lichtwellenleitern problematisch.

Derzeit ist bei Röntgen-Computertomographen ein Trend zu mehrzeiligen Detektoren zu beobachten, um beispielsweise eine größere Anzahl von Daten pro Umdrehung des Rotors akquirieren zu können. Dies bedingt allerdings einen enormen Anstieg der zu übertragenden Daten pro Zeiteinheit. Bei bisherigen Systemen wird hierzu die Anzahl an Schleifringen erhöht, was jedoch aus wirtschaftlicher Sicht nicht befriedigt und die
20 Störanfälligkeit weiter erhöht.

Aus der Europäischen Patentanmeldung EP0336167 ist ein optoelektronisches Koppelsystem für Computertomographen mit einem Lichtwellenleiter bekannt. Der Lichtwellenleiter ist flexibel, aber torsionsstabil ausgebildet und an seinem einen Ende
25 fix mit einem lichtemittierenden Sender verbunden. Sein anderes Ende ist in den Seitenteilen eines Drehlagers befestigt, welches exzentrisch mit einem um eine Rotationsachse drehbaren Träger starr verbunden ist. Nachteilig an einem solchen System ist jedoch, dass bei Rotation des Trägers der Lichtwellenleiter peitschenartig um das zu untersuchende Objekt herumrotiert.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine kostengünstige und einfache Möglichkeit der Datenübertragung von dem Rotor der Gantry zu entwickeln.

5 Gelöst wird diese Aufgabe gemäß Anspruch 1 durch einen Computertomographen mit einer Gantry, die einen im Betriebszustand um eine Rotationsachse rotierenden Rotor enthält, mit wenigstens einem an dem Rotor angebrachten Sender zum Senden von daten-moduliertem Licht in Richtung der Rotationsachse und mit wenigstens einem auf der Rotationsachse angebrachten Empfänger zum Empfang des vom Sender durch den freien Raum gesendeten daten-modulierten Lichts.

10

An dem Rotor ist wenigstens ein Sender angebracht, der dazu vorgesehen ist, Licht in Richtung der Rotationsachse zu senden. Zur Datenübertragung wird das Licht mit den zu übertragenden Daten moduliert, wobei bekannte Mittel und Verfahren wie Amplitudenmodulation eingesetzt werden können.

15

Der Begriff „Licht“ ist hier breit zu verstehen. Es kann beispielsweise Licht aus dem sichtbaren oder nicht-sichtbaren spektralen Bereich sowie Licht mit einem breiten Spektrum, monochromatisches Licht oder Laserlicht (phasengleiche Lichtquanten) eingesetzt werden. Das Licht kann als linienförmiger oder als kegelförmiger Lichtstahl vom Sender gesendet werden. Zur Beeinflussung des in dem Sender enthaltenen Sendeelements, der eigentlichen Lichtquelle, kann der Sender zusätzliche Mittel zur Beeinflussung des vom Sendeelements erzeugten Lichts (Spiegel, Linsen, etc.) aufweisen, um beispielsweise den aus dem Sender austretenden Lichtstrahl zu formen.

20

25 Auf der Rotationsachse befindet sich ein Empfänger, der das vom Sender durch freien Raum gesendete Licht empfängt. Der Empfänger kann dabei mechanisch an den Computertomographen, beispielsweise durch eine bogenartige Halterung, gekoppelt sein. Alternativ ist es aber auch möglich, den Empfänger in der Nähe des Computertomographen beispielsweise an einer Wand zu befestigen. Der Empfänger kann neben dem eigentlichen lichtempfindlichen Empfangselement ebenfalls Mittel zur Beeinflussung des gesendeten Lichts (Spiegel, Linsen, etc.) enthalten.

30

- Bei der erfindungsgemäßen Anordnung von Sender und Empfänger ist gewährleistet, dass die Bedingungen für die Ausbreitung des Lichts und damit für die Datenübertragung für jeden Rotationswinkel des Rotors nahezu gleich und somit
- 5 nahezu unabhängig vom Rotationswinkel des Rotors sind. Beispielsweise legt das Licht aus jedem Rotationswinkel die gleiche Weglänge vom Sender zum Empfänger zurück. Dadurch werden Probleme von rotationswinkelabhängigen Lauflängen bzw. Laufzeiten des Lichts, wie sie bei optischen Schleifringen auftreten können, vermieden.
- 10 Eine solche erfindungsgemäße Anordnung ist gegenüber bekannten Systemen besonders wirtschaftlich, da sämtliche Komponenten preiswert hergestellt werden können und konstruktiv einfach in einen Computertomographen eingebunden werden können. Dies wird durch die große Flexibilität bei der Auswahl der Montagestellen des Senders und des Empfängers noch verstärkt.
- 15 Im Zuge neuer Technologien für Röntgenbilddetektoren kommt es vor, dass ältere Computertomographen mit einem neuen Detektor ausgerüstet werden sollen. Ist damit die Übertragung einer erhöhten Datenmenge pro Zeiteinheit von dem Rotor verbunden, so können die bereits vorhandenen Schleifringen eine solche in der Regel nicht
- 20 übertragen. Zur Beseitigung dieses Engpasses können weitere Schleifringe eingebaut werden, wobei jedoch große mechanische Probleme gelöst werden müssen, da der Computertomograph für eine derartige Erweiterung normalerweise nicht ausgelegt ist. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die erfindungsgemäße Ausgestaltung eines Computertomographen bei älteren Geräten besonders einfach und kostengünstig
- 25 nachgerüstet werden kann, da die benötigten Bauteile einen geringen Platzbedarf haben und die Position der Bauteile in der Regel so flexibel festlegbar ist, dass eine besonders einfache Einbindung in vorhandene mechanische Strukturen möglich ist. Beispielsweise kann die Einbauposition des Senders an dem Rotor und die des Empfängers entlang der Rotationsachse nahezu beliebig gewählt werden. Es muss lediglich gewährleistet sein,
- 30 dass der Sender das Licht in Richtung der Rotationsachse sendet, der Empfänger das

Licht empfangen kann und bei normaler Benutzung des Computertomographen das zu untersuchende Objekt das Licht nicht verdeckt.

- Ist das zu untersuchende Objekt ein Patient, so besteht bei der in der EP0336167
- 5 offenbarten Anordnung die Gefahr, dass der Patient verletzt oder der Lichtleiter beschädigt wird, wenn der Patient in die „Flugbahn“ des Lichtleiters gerät. Die gleiche Gefahr ergibt sich auch für das Bedienpersonal. Ähnliches kann bei einem Computertomographen zur Gepäckuntersuchung geschehen, wenn beispielsweise ein
- 10 Gepäckstück unvorhergesehen vom Transportband rutscht. Gelangt bei der vorliegenden Erfindung dagegen eine Person oder ein Objekt in den Weg des Lichts, so wird lediglich die Übertragung von Licht teilweise oder komplett unterbrochen, wodurch weder die Person verletzt (bzw. das Gepäckstück beschädigt) noch die Anordnung beschädigt wird.
- 15 Um zu vermeiden, dass bei Verdeckung des Lichts die Datenübertragung unterbrochen wird, sind gemäß Anspruch 2 beispielsweise zwei Sender an dem Rotor angebracht. Das Licht beider Sender wird phasengleich mit den selben Daten moduliert. Hält nun eine Person in der Nähe des Rotors ihre Hand so zwischen Rotor und Empfänger, dass sich bei Rotation des Rotors die Hand zeitweise zwischen einem der Sender und dem
- 20 Empfänger befindet und dadurch das Licht dieses Senders verdeckt, so gelangt das Licht des zweiten Senders, der beispielsweise an dem Rotor versetzt zu dem ersten Sender angebracht ist, zum Empfänger. Der Empfänger ist so empfindlich ausgelegt, dass die Lichtstärke des Lichts von nur einem Sender zur Datenübertragung ausreicht. Eine andere Möglichkeit zur Vermeidung einer Unterbrechung der Datenübertragung.
- 25 ist ein Sender gemäß Anspruch 3, insbesondere in Kombination mit Anspruch 10.

- Um zur Datenübertragung mehrere Kanäle parallel nutzen zu können, ist das Spektrum des gesendeten Lichts gemäß Anspruch 4 in mehrere Bereiche unterteilt. Dazu kann ein Sender beispielsweise gemäß Anspruch 5 mehrere Sendeelemente mit jeweils einem
- 30 anderen Spektrum enthalten. Solch ein Sendeelement enthält beispielsweise eine Lichtquelle mit einem schmalen Spektrum oder eine Lichtquelle mit breitem Spektrum

und einem Filter. Das Licht der Sendeelemente wird jeweils mit unterschiedlichen Daten moduliert und in Richtung eines Empfängers gesendet, der gemäß Anspruch 9 ausgestaltet sein kann. Alternativ kann das Licht der Sendeelemente in Kombination mit Anspruch 10 aber auch jeweils in Richtung eines anderen Empfängers gesendet werden, wobei jeder Empfänger zum Empfang einer der spektralen Bereiche ausgelegt ist. Empfänger gemäß Anspruch 9 enthalten beispielsweise breitbandige Empfangselemente mit unterschiedlichen Filtern oder mehrere schmalbandige Empfangselemente. Eine Alternative zur Realisierung mehrerer paralleler Kanäle besteht gemäß Anspruch 6 darin, dass an dem Rotor mehrere Sender angebracht sind und jeder Sender Licht jeweils eines spektralen Bereichs sendet. Auch hier können die Empfänger gemäß Anspruch 9 und/oder 10 ausgestaltet sein.

Insbesondere bei Verwendung von Sendern, die Licht in Form eines dünnen Lichtstrahls senden (beispielsweise Laser), kann es vorkommen, dass das Licht nicht genau den Empfänger trifft bzw. sich die Senderichtung im Laufe des Betriebs ein wenig dejustiert. Um die damit verbundene Unterbrechung der Datenübertragung zu vermeiden, kann der Empfänger gemäß Anspruch 7 ausgestaltet sein. Vor dem eigentlichen Empfangselement des Lichts befindet sich beispielsweise eine Streuscheibe, die den Querschnitt des auftreffenden Lichtstrahls vergrößert, oder ein Linsensystem, das den Lichtstrahl in dessen Brennpunkt lenkt, wo das Empfangselement angeordnet ist. Solche optischen Mittel können auch aus einem Bündel von Lichtleitern bestehen, deren erste Enden innerhalb einer Ebene angeordnet sind, auf die der Lichtstrahl auftrifft und deren zweites Ende vor dem Empfangselement des Empfängers endet.

Wird der Sender gemäß Anspruch 8 ausgestaltet, so ist die Lichtstärke des gesendeten Lichts am Empfänger besonders groß und vom Empfänger ebenfalls empfangenes Fremdlicht aus der Umgebung wirkt sich weniger störend aus.

In der Medizin sind Computertomographen häufig mit einer schwenkbaren Gantry ausgestaltet, um die Ebene der Bilddatenakquisition verändern zu können. Bei

Ausführung der Schwenkbewegung und feststehendem Empfänger verändert sich die Lage der Rotationsachse bezüglich des Empfängers, sodass das Licht vom Empfänger nicht mehr empfangen werden kann. Bei der Ausgestaltung der Erfindung nach Anspruch 11 dagegen wird der Empfänger der Schwenkbewegung entsprechend
5 nachgeführt. Dies ist beispielsweise durch eine feste mechanische Kopplung des Empfängers mit der Gantry möglich. Ist der Empfänger an einer Wand befestigt, so kann er bei kleinen Schwenkwinkeln auf der Wand beispielsweise mit Hilfe eines elektronisch gesteuerten Schienensystems der Schwenkbewegung entsprechend verfahren werden. Alternativ ist es möglich, den Empfänger gemäß Anspruch 7
10 auszugestalten und die optischen Mittel so auszulegen, dass auch bei einer Verschiebung der Rotationsachse das Licht zum Empfangselement gelangen kann.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:
Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Computertomographen,
15 Fig. 2 eine erste Ausführung einer Empfangseinheit,
Fig. 3 eine zweite Ausführung einer Empfangseinheit,
Fig. 4 eine dritte Ausführung einer Empfangseinheit bei schwenkbarer Gantry.

Der in Fig. 1 dargestellte Computertomograph kann beispielsweise in der Medizin zur
20 Erzeugung von Schnittbildern oder Volumenbildern von Patienten oder zur Gepäckuntersuchung an Flughäfen eingesetzt werden. Er umfasst eine Gantry, deren Rotor 1 schematisch dargestellt ist und um eine parallel zur z-Richtung verlaufende Rotationsachse 14 rotieren kann. Zur besseren Übersicht ist der Stator hier nicht dargestellt. Ebenfalls nicht dargestellt ist ein Gehäuse, das die Form einer flachen
25 Röhre hat und den Rotor und den Stator aufnimmt. Zur Rotation wird der Rotor 1 von einem Motor 2 mit einer vorzugsweise konstanten, aber einstellbaren Winkelgeschwindigkeit angetrieben. An dem Rotor 1 ist eine Strahlenquelle S, beispielsweise eine Röntgenröhre, befestigt. Diese ist mit einer Kollimatoranordnung 3 versehen, die aus der von der Strahlenquelle S erzeugten Strahlung ein kegelförmiges
30 Strahlenbündel 4 ausblendet. Das Strahlenbündel 4 durchdringt ein nicht näher dargestelltes Objekt, das sich in einem zylinderförmigen Untersuchungsbereich 13

befindet. Nach dem Durchsetzen des Untersuchungsbereichs 13 trifft das Röntgenstrahlenbündel 4 auf eine an dem Rotor 1 befestigte zweidimensionale Detektoreinheit 16, die entsprechend dem Verlauf des Rotors 1 gebogen ist. Zusätzlich oder alternativ kann die Detektoreinheit 16 auch derart ausgestaltet sein, dass die vom

5 Objekt gestreute Röntgenstrahlung erfasst wird.

Der mit α_{\max} bezeichnete erste Öffnungswinkel des Strahlenbündels 4 (Winkel, der ein in der x-y-Ebene am Rande liegender Strahl des Bündels 4 mit einer durch die Strahlenquelle S und die Rotationsachse 14 definierten Ebene einschließt) bestimmt

10 dabei den Durchmesser des Untersuchungsbereichs 13, innerhalb dessen das zu untersuchende Objekt sich bei der Akquisition der Messwerte befinden muss. Der mit β_{\max} bezeichnete Öffnungswinkel des Strahlenbündels 4 (Winkel, der durch die beiden äußersten Strahlen in z-Richtung in einer durch die Strahlenquelle S und die Rotationsachse 14 definierten Ebene gebildet wird) bestimmt dabei die Dicke des

15 Untersuchungsbereichs 13, innerhalb dessen das zu untersuchende Objekt sich bei der Akquisition der Messwerte befinden muss.

Die von der Detektoreinheit 16 akquirierten Messdaten werden den Sendern 20a und 20b zugeführt, die mit den Messdaten modulierte Licht jeweils in Form eines

20 Lichtstrahls 21a und 21b senden. Dabei enthalten die Sender 20a und 20b jeweils eine oder mehrere Sendeeinheiten wie Leuchtdioden, Lampen oder Laserdioden. Falls notwendig, können zusätzlich Mittel zur optischen Beeinflussung des von den Sendeeinheiten gesendeten Lichtes wie Linsen oder Reflektoren in den Sendern 20a und 20b enthalten sein. Je nach Art der Sendeeinheiten und der verwendeten optischen

25 Mittel wird das Licht in Form eines Lichtstrahls 21a und 21b oder in Form eines Lichtkegels 22a oder 22a gesendet. Betrachtet werden zunächst Sender, die das Licht in Form eines Lichtstrahls senden, wie dies beispielsweise bei Sendern mit Laserlicht der Fall ist. Die Modulation des Lichtes entsprechend den zu übertragenden Daten erfolgt nach bekannten Verfahren, die in Fachliteratur zu finden sind. Beispielsweise sind zur

30 Modulation wenigstens vier Effekte bzw. Modulatoren bekannt: Elektro-Absorption,

Elektro-optischer Modulator, Pockels-Zelle und Akusto-optischer Modulator. Diese Effekte bzw. Modulatoren sowie entsprechende Lasersender und deren Eigenschaften werden beschrieben in dem Dokument „Basic Note DWDM Systems“, Profile Optische Systeme GmbH, May 2000, daher wird an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen.

5 Kommen wie in Fig. 1 dargestellt, mehrere Sender zum Einsatz, die die gleichen Daten übertragen, so ist darauf zu achten, dass die Modulation der einzelnen Sender zumindest nahezu phasengleich geschieht.

Damit die Lichtstrahlen zu dem Empfänger 30 gelangen können, ist das nicht

10 dargestellte Gehäuse mit einem ringförmigen Spalt versehen, der gegebenenfalls mit einer lichtdurchlässigen Scheibe ausgefüllt ist. Die Sender 20a und 20b sind jeweils mit nicht dargestellten Justage-Einrichtungen wie Stellschrauben versehen, um die Richtung des jeweiligen Lichtstrahls 21a oder 21b exakt auf die Position des Empfängers 30 einstellen zu können. Um zu vermeiden, dass durch Justagefehler, dazu

15 zählen auch während des Betriebs beispielsweise durch Erschütterungen verursachte Dejustagen, der Lichtstrahl 21a oder 21b nicht mehr vom Empfänger 30 empfangen werden kann, ist der Einsatz eines Empfängers gemäß Fig. 2 sinnvoll.

Ein solcher Empfänger enthält eine Streuscheibe 40, auf die beispielsweise der

20 Lichtstrahl 21a auftrifft. Um den Auftreffpunkt des Lichtstrahls 21a herum wird in der Streuscheibe 40 durch bekannte Effekte das Licht des Lichtstrahls 21a auf eine kreisförmige Fläche 41 verteilt, hier in Fig. 2 durch die Schwärzung angedeutet. Hinter der Streuscheibe befindet sich zunächst ein erstes Empfangselement 42, beispielsweise eine Photodiode, ein Phototransistor oder sonstige bekannte lichtempfindliche Bauteile.

25 Trifft der Lichtstrahl 21a genau im Schnittpunkt der Streuscheibe 40 mit der Rotationsachse 14 auf die Streuscheibe, so verändert sich die Lage der kreisförmigen Fläche 41 bei Rotation des Rotors 1 auf der Streuscheibe nicht. Trifft der Lichtstrahl 21a aufgrund von Dejustage des Senders 20a etwas versetzt von dem Schnittpunkt auf die Streuscheibe 40, so wandert die kreisförmige Fläche 41 entsprechend der

30 Rotationsbewegung auf der Streuscheibe um den Schnittpunkt herum. Dabei ergibt sich zentrisch zum Schnittpunkt ein ebenfalls kreisförmiger Bereich, in den das Licht

unabhängig vom Rotationswinkel immer gestreut wird und hinter dem das Empfangselement 42 angebracht ist. Dadurch ist bis zu einem gewissen Grad der Dejustage gewährleistet, dass der Empfänger 42 immer Licht empfängt.

- 5 Statt des Empfängers aus Fig. 2 kann auch ein Empfänger, wie er in Fig. 3 dargestellt ist, eingesetzt werden. Dabei befindet sich statt der Streuscheibe 40 eine Linse 44 zwischen dem Lichtstrahl 21a und dem Empfangselement 42. Die Linse ist so ausgestaltet, dass ein einfallender Lichtstrahl unabhängig von seinem Auftreffpunkt auf der Linse zu dem Empfangsteil 42 abgelenkt wird. Alternativ zu einer Linse 44 kann
10 auch eine Fresnel-Linse verwendet werden. Auch eine Kombination der Empfänger aus Fig. 2 und Fig. 3 ist denkbar.

- Die Sender 20a und 20b aus Fig. 1 können alternativ auch mehrere Sendeeinheiten enthalten, die Licht mit jeweils unterschiedlichen spektralen Bereichen senden,
15 beispielsweise Laserdioden mit unterschiedlichen Wellenlängen oder Lichtquellen mit unterschiedlichen Filtern. Zur Modulation des Lichts können dann für jede Sendeeinheit jeweils andere Daten verwendet werden, sodass mehrere parallele Kanäle zu Datenübertragung zur Verfügung stehen. Die Sendeeinheiten sind so dicht nebeneinander angeordnet, dass in den Figuren die entsprechenden einzelnen
20 Lichtstrahlen gemeinsam als Lichtstrahlen 21a oder 21b angenommen werden. Mit dem Empfänger aus Fig. 2 kann das Licht eines solchen Mehrkanal-Senders empfangen werden, wenn für jeden Kanal, respektive für jeden spektralen Bereich, eine eigene Empfangseinheit hinter der Streuscheibe 40 angeordnet ist. In Fig. 2 sind zwei Empfangseinheiten 42 und 43 dargestellt.

- 25 Zur Realisierung mehrerer paralleler Kanäle ist es auch denkbar, dass die Sender 20a und 20b beispielsweise zwei Sendeeinheiten enthalten, von denen die eine ihren Lichtstrahl 21a bzw. 21b in Richtung des Senders 30 und die andere ihren Lichtstrahl (hier nicht dargestellt) in Richtung des Senders 31 sendet.

- Wie oben angedeutet, können die Sender 20a und 20b auch so ausgestaltet sein, dass sie Licht in Form von Lichtkegeln 22a und 22b senden. Dazu können die Sender jeweils eine Lichtquelle mit einem Reflektor und einer Linsenoptik enthalten. Alternativ ist aber auch eine Laserlichtquelle mit bekannten Mitteln zur Aufweitung des Lichtstrahls auf einen Lichtkegel einsetzbar. Der jeweilige Lichtkegel 22a und 22b sollte dort, wo er auf den Empfänger 31 trifft, eine Querschnittsfläche 23 haben, die mindestens so groß ist wie die lichtempfangende Fläche des Empfängers. Ist die Querschnittsfläche 23 jedoch größer, so werden Probleme durch eine mögliche Dejustage der Sender 20a und 20b vermieden, vergleiche hierzu die Beschreibung zu Fig. 2.
- 10 In Fig. 1 wird das von dem Empfänger 30 und/oder 31 empfangene Licht zunächst von einer nicht dargestellten Einheit in dem Empfänger demoduliert. Die dann zur Verfügung stehenden Messdaten gelangen anschließend zu der Rekonstruktionseinheit 10, die aus den Messdaten die Absorptionsverteilung in dem vom Strahlenkegel 4
- 15 erfassten Teil des Untersuchungsbereichs 13 rekonstruiert. Bei einer Umdrehung des Rotors 1 wird das zu untersuchende Objekt vollständig von dem Strahlenbündel 4 durchdrungen, wodurch pro Umdrehung jeweils ein zwei- oder dreidimensionaler Bilddatensatz erzeugt und auf dem Monitor 11 dargestellt werden kann.
- 20 Der Motor 2, die Rekonstruktionseinheit 10, die Strahlenquelle S und der Transfer der Messdaten von der Detektoreinheit 16 zur Rekonstruktionseinheit 10 werden von einer geeigneten Steuereinheit 7 gesteuert. Ist das zu untersuchende Objekt in z-Richtung größer als die Ausdehnung des Strahlenbündels 4, so kann der Untersuchungsbereich mittels eines Motors 5, der ebenfalls von der Steuereinheit 7 gesteuert wird, parallel zur
- 25 Richtung der Rotationsachse 14 bzw. der z-Achse verschoben werden. Die Steuerung der Motoren 2 und 5 kann derart erfolgen, dass das Verhältnis der Vorschubgeschwindigkeit des Untersuchungsbereichs 13 und die Winkelgeschwindigkeit des Rotors 1 in einem konstanten Verhältnis stehen.
- 30 Angenommen, eine Person nähert sich dem mit Computertomographen derart, dass sie bei horizontal stehenden Sendern 20a und 20b das von einem der Sender gesendete

Licht 21a oder 21b verdeckt. Rotiert der Rotor, dann wird durch diese Person abwechselnd das Licht der Sender 20a und 20b verdeckt, gleichzeitig ist das Licht des jeweils anderen Senders jedoch nicht verdeckt. Die Sender 20a und 20b sowie der entsprechende Empfänger 30 sind so ausgelegt, dass die Lichtstärke von nur einem
5 Sender 20a oder 20b ausreicht, um die Daten zu übertragen. Somit ist auch bei Verdeckung des Lichts von einem Sender 20a oder 20b eine Datenübertragung gewährleistet. Bei einem Computertomographen zur Gepäckuntersuchung ist es so möglich, das Gepäck auf einem Fließband von der linken Seite in den Computertomographen einzubringen, zu untersuchen und auf der rechten Seite auf ein
10 tiefer liegendes Fließband fallen zu lassen oder über ein zwischen Rotor 1 und Empfänger 30 schräg nach unten verlaufenden Fließband aus dem Computertomographen herauszutransportieren (der Abstand zwischen Rotor 1 und Empfänger 30 in Fig. 1 ist nicht maßstäblich). Dabei werden zwar die Lichtstrahlen 21a und 21b abwechselnd regelmäßig durch das Gepäckstück und gegebenenfalls durch das
15 schräg laufende Fließband unterbrochen, die Datenübertragung ist jedoch durch den jeweils anderen Sender mit nicht verdecktem Lichtstrahl gesichert.

Es sind Computertomographen bekannt, bei denen die Gantry schwenkbar ist. Auch bei solchen Computertomographen können entsprechende Sender und Empfänger
20 eingesetzt werden. Es wird angenommen, dass in Fig. 1 die nicht dargestellte Gantry schwenkbar um die x-Achse ausgeführt (entsprechende Bauteile sind nicht dargestellt) ist, sodass sich während des Schwenkens der Rotor 1 sowie die Rotationsachse 14 ebenfalls um die x-Achse dreht, wogegen die Empfänger 30 oder 31 dabei in ihrer Position verbleiben. Senden die Sender 20a und 20b jeweils einen kegelförmigen
25 Lichtstrahl 22a und 22b aus, so kann die Gantry so weit geschwenkt werden, bis sich der Empfänger 31 am Rand der Fläche 23 befindet. Wird die Gantry jetzt noch weiter geschwenkt, so kann der Empfänger 31 kein Licht mehr empfangen. Eine Möglichkeit ist, den Empfänger 31 mit einer Antriebseinheit 32 zu versehen, die von der Steuereinheit 7 derart gesteuert wird, dass entsprechend dem Verschwenken der Gantry
30 der Empfänger 31 auf einer Schiene 33 verfahren wird, sodass das Licht der Sender 20a und 20b den Empfänger erreichen kann. Kann die Gantry zusätzlich noch um die y-

Achse geschwenkt werden, so kann die Vorrichtung für den Sender 31 entsprechend 2-dimensional ausgelegt werden. Natürlich kann auch der Empfänger 31 mit einer Vorrichtung ausgestattet werden.

- 5 Alternativ zu einer Vorrichtung ist es auch möglich, bei schwenkbaren Gantrys einen Empfänger gemäß Fig. 2 einzusetzen, insbesondere bei linienförmigen Lichtstrahlen wie Lichtstrahl 21a. Dabei muss durch eine entsprechende Ausgestaltung der Streuscheibe gewährleistet sein, dass einerseits der Lichtstrahl 21a auch bei geschwenkter Gantry immer die Streuscheibe trifft und dass andererseits die
- 10 Streuscheibe den Lichtstrahl 21a auf eine genügend große Fläche streut. Dies ist in Fig. 4 zunächst anhand der linken Streuscheibe 40 dargestellt. Im nicht gekippten Zustand der Gantry läuft die Rotationsachse 14 etwa mittig durch die linke Streuscheibe 14. Der auftreffende Lichtstrahl wird auf die Fläche 41 gestreut und vom Empfangselement 42 empfangen. Der gekippte Zustand der Gantry ist in Fig. 4 anhand der rechten
- 15 Streuscheibe 40 dargestellt. Die Rotationsachse 14 hat ihre Position bezüglich der Streuscheibe geändert und ist nun als Rotationsachse 14a dargestellt, wodurch die gestreute Fläche 41a im Vergleich zur Fläche 41 nach oben verschoben ist. Die Größe der Fläche 41a ist jedoch so ausgelegt, dass das Empfangselement 42 immer noch gestreutes Licht empfangen kann. Ist die Gantry nur um eine Achse schwenkbar, so
- 20 kann die Streuscheibe 40 als rechteckförmiger Streifen ausgestaltet sein.

PATENTANSPRÜCHE

1. Computertomograph,
 - mit einer Gantry, die einen im Betriebszustand um eine Rotationsachse rotierenden Rotor enthält, von dem Daten übertragen werden,
 - mit wenigstens einem an dem Rotor angebrachten Sender zum Senden von Licht
 - 5 in Richtung der Rotationsachse, wobei das Licht mit den Daten moduliert ist,
 - mit wenigstens einem auf der Rotationsachse angebrachten Empfänger zum Empfang des von dem Sender durch den freien Raum gesendeten Lichts.
2. Computertomograph nach Anspruch 1 mit mindestens zwei Sendern, die an dem
- 10 Rotor gegeneinander versetzt angebracht sind.
3. Computertomograph nach Anspruch 1 mit einem Sender, der das Licht in wenigstens zwei verschiedene Richtungen sendet.
- 15 4. Computertomograph nach Anspruch 1, bei dem das Spektrum des gesendeten Lichts in mehrere Bereiche unterteilt ist und das Licht der Bereiche jeweils mit unterschiedlichen Daten modulierbar ist.
5. Computertomograph nach Anspruch 4, bei dem jeder Sender das Licht eines
- 20 Bereichs sendet.
6. Computertomograph nach Anspruch 4, bei dem ein Sender Licht aus mehreren Bereichen sendet.

7. Computertomograph nach Anspruch 1, bei dem der Empfänger optische Mittel zur Ablenkung und/oder Streuung der Lichtstrahlen aufweist.
8. Computertomograph nach Anspruch 1, bei dem der Sender Laser-Licht sendet.
- 5 9. Computertomograph nach Anspruch 4, bei dem der Empfänger mehrere spektrale Bereiche des gesendeten Lichts voneinander getrennt empfangen kann.
- 10 10. Computertomograph nach Anspruch 1 mit mehreren Empfängern, die auf der Rotationsachse hintereinander angeordnet sind.
11. Computertomograph nach Anspruch 1 mit einer schwenkbaren Gantry und Mitteln zum Halten der Position des Empfängers auf der Rotationsachse bei Ausführung der Schwenkbewegung.

ZUSAMMENFASSUNG

Computertomograph mit optoelektronischer Datenübertragung

- Die Erfindung betrifft einen Computertomographen, bei dem Daten von einem Rotor, der im Betrieb des Computertomographen um eine Rotationsachse rotiert,
- 5 optoelektronisch übertragen werden. Dazu befindet sich an dem Rotor wenigstens ein Sender, der Licht in Richtung eines auf der Rotationsachse angebrachten Empfängers sendet, wobei das Licht mit den zu übertragenden Daten moduliert ist.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.